

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



JP62169995A: HEAT EXCHANGER

[View Images \(1 pages\)](#)

Inventor(s)

NAKAGAWA MITSUGORO
NAKAMURA KATSUNORI
NAGARA TOSHIO
HAMASHIMA MITSU HARU

Applicant(s)

NIPPON DENSO CO LTD



[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

Issued/Filed Dates

July 27, 1987 / Jan. 22, 1986

Application Number

JP1986000011696

IPC Class

F28D 007/10;

Abstract

Purpose: To make uniform the circulation resistance of a passing fluid to be cooled so as to improve the heat exchange by forming inner fins into a plurality of consecutive rectangular projection lines at intervals having the same length in the circumferential directions of inner and outer cylinders, and deviating the positions of the continuous rectangular projection lines circumferentially by a length half the length of the rectangular projection.

Constitution: In an oil cooler 4 a fluid passage 22 is formed by the inner surface of an outer cylinder 8 and the outer surface of an inner cylinder 10, and inner fins 12 are arranged for causing a turbulent flow phenomenon in an operating oil flowing within the fluid passage 22 and for improving the cooling function. In the inner fins 12, ceiling portions 213 and connecting portions 214 are located at intervals of the same length, and two contiguous rectangular projection lines are arranged so that they are located at positions different from each other by half of the length in the line direction. The operating oil flows along the fluid passage 22 toward an outlet port 16. In accordance therewith, while the operating oil carries out heat exchange with water for cooling an engine radiator, an effective flow is generated by the inner fins 12 and thus the cooling effect is improved.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

Foreign References

none

[Show the 1 patents that reference this one](#)

Powered by DB2
and NetData

Nominate this
invention
for the Gallery...

Alternative
Searches

Patent Number

Boolean Text

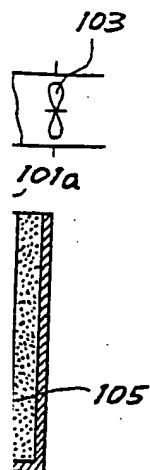
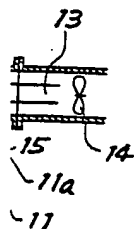
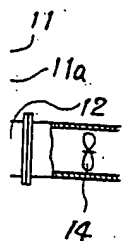
Advanced Text

Browse

U.S. Class

U.S. Class

TDB
IBM Technical



⑨ 日本国特許庁 (J P)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭62-169995

⑬ Int. Cl. 4

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)7月27日

F 28 D 7/10

7710-3L

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 熱交換器

⑯ 特 願 昭61-11696

⑰ 出 願 昭61(1986)1月22日

⑱ 発 明 者	中 川 光 吾 郎	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
⑲ 発 明 者	中 村 克 則	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
⑳ 発 明 者	長 良 敏 夫	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
㉑ 発 明 者	浜 島 光 春	刈谷市昭和町1丁目1番地	日本電装株式会社内
㉒ 出 願 人	日本電装株式会社	刈谷市昭和町1丁目1番地	
㉓ 代 理 人	弁理士 岡 部 隆		

明 細 書

1. 発明の名称

熱交換器

2. 特許請求の範囲

外形を形成する円筒状の外筒と、この外筒内に配され、この外筒とによって流体通路を形成する円筒状の内筒と、前記流体通路中に配され熱交換効率を向上させるためのインナーフィンと、前記流体通路に被冷却流体を導入するための導入孔と、前記流体通路内の被冷却流体を導出するための導出孔とを備え、

前記インナーフィンは前記導入孔から前記導出孔に向かって流れる被冷却流体の流れ方向に開口部を有する断面略コ字状の複数列の矩形突起を有し、

この矩形突起は矩形突起自身の円周方向長さの間隔で円周方向に複数列連続して形成されることにより矩形突起列をなし、

この矩形突起列は前記外筒及び内筒の軸方向に

複数列連続して形成され、

この複数列形成された矩形突起列のうち相隣接する矩形突起列は前記矩形突起の円周方向長さの半分の距離だけ円周方向に位置が異なることを特徴とする熱交換器。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は熱交換器に関するもので、例えば自動車用ラジエータの下部タンク内に配置され、オートマチック車のトルクコンバータ作動油を冷却するためのオイルクーラとして用いて有効である。

(従来の技術)

従来、この種の熱交換器では、外形を形成する円筒状の外筒と、この外筒内に配される内筒とを有し、この外筒と内筒とで被冷却流体の通過する流体通路を形成している。そして、この流体通路中にて熱交換効率を向上させるためのインナーフ

インが挿入されている。

第7図は従来の熱交換器の縦断面を模式的に示す図である。この図において、円周101は前記内筒を表わし、外周円103は前記外筒を表わしている。

この内筒101と外筒103とによって流体通路109が形成され、この流体通路109内には冷却性能を向上させるためのインナーフィン100が配置されている。

このインナーフィン100は複数列の台形突起105、108を有するもので、この台形突起105、107は内筒101、外筒103の円周方向に並ぶ台形突起列を形成している。そして、この台形突起列は内筒101、外筒103の軸方向に複数列形成されており、互いに隣接する台形突起列は、円周方向に所定距離だけ位置を異ならせて配されている。第7図中、実線で示されるものが一つの台形突起列で、これに隣接する台形突起列を破線で示している。尚、被冷却流体は前記流体通路109を第7図中紙面垂直方向に流れるも

フィンには被冷却流体の流れ方向に開口部を有する複数列の矩形突起を形成する。この矩形突起は、矩形突起自身の内外筒円周方向長さの間隔で円周方向に複数列連続して形成されることにより矩形突起列を形成し、この矩形突起列は外筒及び内筒の軸方向に複数列連続して形成される。さらに、この複数列形成された矩形突起列のうち、相隣接する矩形突起列は前記矩形突起の円周方向長さの半分の距離だけ円周方向に位置が異なるようにした。

(実施例)

次に、本発明の熱交換器を、オートマチック車のトルクコンバータ作動油を冷却するオイルクーラーとして用いた場合の実施例について説明する。

第5図は、従来公知の自動車用ラジエタ2の正面図で、この図からもわかるように本実施例のオイルクーラ4は自動車用ラジエタ2の下部タンク6内に配置されている。

第6図は前記オイルクーラ4単体を示す斜視図

のである。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上述した様な熱交換器では次の様な問題がある。すなわち、第7図中実線で示す台形突起105の台形空間のうち、破線で示す台形突起107の台形空間と重なり合う面積 S_1 と、残りの面積 S_2 とが著しく異なる。従って、台形突起105の台形空間内を通過し、さらに台形突起107の台形空間内を通過する被冷却流体の流通抵抗と、台形突起105の台形空間内を通過した後は台形突起107の台形空間内を通過せず流れる被冷却流体の流通抵抗とが互いに著しく異なるため、熱交換器全体の熱交換効率、すなわち被冷却流体の冷却効率が著しく阻害されてしまうという問題がある。

(問題点を解決するための手段)

そこで、本発明では上記問題点を解決するために次のような手段を講じた。すなわち、インナー

である。オイルクーラ4の外形を形成する外筒8は円筒形状をなし、その内部には同じく円筒形状をなす内筒10が配されている。そして、この外筒8と内筒10との両端部18、20は溶接等の手段により連結されており、外筒8の内面と内筒10の外面とで流体通路22が形成されている。

前記外筒8の第6図中左側端部には前記流体通路22内にトルクコンバータ(図示せず)の作動油(被冷却流体)を導くための導入孔14が穿設されており、この導入孔14には導入パイプ141が接続されている。また、前記外筒8の第6図中右側端部には、流体通路22を通過して冷却された作動油を再びトルクコンバータに向けて導出するための導出孔16が穿設されており、この導出孔16には導出パイプ161が接続されている。

前記流体通路22内には、流体通路22内中を流れる作動油に乱流現象を生じせしめ、冷却性能を向上させるためのインナーフィン12が配されている。このインナーフィン12は、一枚の薄板をプレス加工することにより形成されるもので、

複数の矩形突起を有し、前記内筒10の外表面及び前記外筒8の内表面に実質当接するように配設されている。

次に前記インナーフィン12の形状について説明する。

第1図は、前記流体通路22内に配置する前、所謂シート状態にあるインナーフィン12の部分斜視図である。このインナーフィン12は断面略コ字状をなす複数の矩形突起21を有するもので、この矩形突起21は天井部213と、この天井部213を両側から支える脚部212とからなり、各々の矩形突起21は連結部214によって連結されている。また、前記脚部212は、前記被冷却流体の流れ方向(第1図中矢印F方向)と平行に延びるもので、言い換えれば矩形突起21は前記流れ方向に開口する開口部211を有するものとなっている。さらにまたこの矩形突起21は、一定方向に連続して形成されることにより、矩形突起列A、B、Cを形成している。この矩形突起列A、B、Cは、インナーフィン12を前記

流体通路22内に配置した時、前記外筒8及び内筒10の円周方向に延びるものである。尚、第1図中、矩形突起列は3列しか示されていないが、前記外筒8及び内筒10の軸方向長さ全てに渡って連続形成されているものである。また、例えば第1図中符号A及び符号Bで示される矩形突起列の様に、互いに隣接する2つの矩形突起列は、その列方向において所定距離だけ位置が異なるように配列されている。このことにつき、さらに第2図に基づいて説明する。

第2図は前記オイルクーラー4の縦断面を模式的に示す図であり、前記インナーフィン12を前記流体通路22内に配置せしめた状態を示す図である。図中実線で示す矩形突起列と破線で示す矩形突起列は、互いに隣接する二つの矩形突起列を示すもので、例えば第1図に示される矩形突起列Aと矩形突起列Bを表わすものである。以下、実線で示されるものを矩形突起列A、破線で示されるものを矩形突起列Bと呼ぶことにする。

各矩形突起列A、Bにおいて、前記矩形突起2

1の脚部212は、前記外筒8及び内筒10の間のどの円周をとっても、すべて等しい間隔で位置している。また、前記天井部213及び前記連結部214も、その円周方向において全てそれぞれの円周方向長さ間隔で位置している。すなわち、前記天井部213の円周方向長さaは、

$$a = P_8 / 2N \quad (P_8: \text{外筒8の円周、} N: \text{矩形突起21の円周方向総数})$$

で表わされ、また前記連結部214の円周方向長さbは

$$b = P_{10} / 2N \quad (P_{10}: \text{円筒10の円周、} N: \text{矩形突起21の円周方向総数})$$

で表わすことができる。さらにまた、前記脚部212の間隔Cは

$$C = P_8 / 2N \quad (P_8: \text{外筒8と内筒10の間の平均円周、} N: \text{矩形突起21の円周方向総数})$$

で表わすことができる。

各矩形突起列A、Bのそれぞれの矩形突起21は以上の様な関係を有しているが、矩形突起列A、Bの位置関係は次のようになっている。すなわち、矩形突起列Aと矩形突起列Bとは、任意の円周方向において、その矩形突起21の円周方向長さの半分に相当する距離だけ位置が異なっている。すなわち、天井部213においては、その天井部213の円周方向長さの半分の距離だけ互いにズレており、また連結部214においても、その連結部214の円周方向長さの半分の距離だけ互いにズレている。

従って、前記矩形突起列Aにおける矩形突起21の開口部211のうち、前記矩形突起列Bにおける矩形突起21の開口部211と重なり合う面積 S_1 は、残りの面積 S_2 と互いに等しくなっている。すなわち、矩形突起列Aの矩形突起21内を通過してさらに矩形突起列Bの矩形突起21内を流れる作動装置の流通抵抗と、矩形突起列Aの矩形突起21内を通過した後は矩形突起列Bの矩

形突起21内を通過せず流れる作動油の流通抵抗とが互いに等しくなっている。

ここで、前記矩形突起21の平均ピッチを P_f 、前記脚部212の巾を l とすると、

$$l / (P_f / 2) = 0.9 \sim 1.1$$

であることが望ましい。第8図は $l / (P_f / 2)$ に対する性能比 $((J_h / C_f) \times F; J_h$ ：無次元熱伝達率、 C_f ：圧損係数、 F ：伝熱面積)の関係を示すもので、発明者らが実験・検討を行なうことにより得られた関係図である。この図からわかる様に $l / (P_f / 2) = 0.9 \sim 1.1$ において、性能が最大を示していることがわかる。

次に、前記インナーフィン12の製造工程について説明する。第3図は一枚の薄板から矩形突起21をプレス成形した直後のインナーフィン12を示す模式図である。この図からわかる様に、プレス成形した直後においては、前記矩形突起21は台形形状をなしている。すなわち、矩形突起21の脚部212は垂直方向に角度 θ の傾きを有している。この角度 θ はプレス成形する際の、型

また、前述した如く、作動油がインナーフィン12の矩形突起21を通過する際の流通抵抗はすべての場合において等しくなっている。

尚、本発明の熱交換器はトルクコンバーターの作動油を冷却するオイルクーラー以外にも種々の熱交換器として用いることも可能である。

(発明の効果)

以上説明した様に本発明の熱交換器を用いれば、インナーフィンを通過する被冷却流体の流通抵抗が全ての場合において等しくなっており、流通抵抗の相違による熱交換効率の阻害といった問題はない。すなわち、良好に被冷却流体の熱交換を行なうことができるのである。

4. 図面の簡単な説明

第1図はインナーフィンを示す斜視図、第2図はオイルクーラーの縦断面を示す模式図、第3図及び第4図はインナーフィンの製作工程を示す模式図、第5図は自動車用ラジエータの正面図、第

抜き角度に相当するものである。

次に、第3図に示す状態のインナーフィン12に、その両端より圧縮荷重を作用させ、第4図に示す状態まで締め加工を行なう。すなわち、矩形突起21が逆台形形状をなすように締め加工を行なう。このような締め加工を行った後、前記流体通路22内に配置させるのである。

次に本実施例の作動について述べる。

まず、トルクコンバーター(省図示)より比較的高温となった作動油が、導入パイプ141から導入孔14を経て流体通路22内に流入する。この作動油は流体通路22を導入孔16に向かって流れるに従い自動車用ラジエータ2の下タンク6内のエンジン冷却水と熱交換を行い、比較的低温となる。この比較的低温となった作動油は導出孔16より導出パイプ161を経て、前記トルクコンバーターへ還流する。

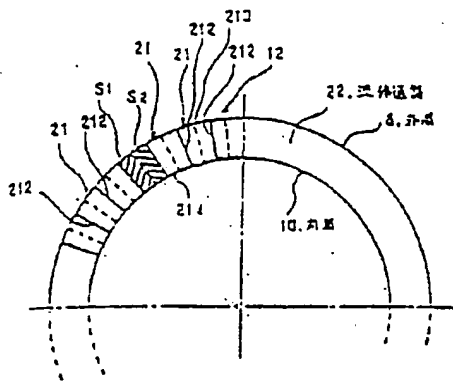
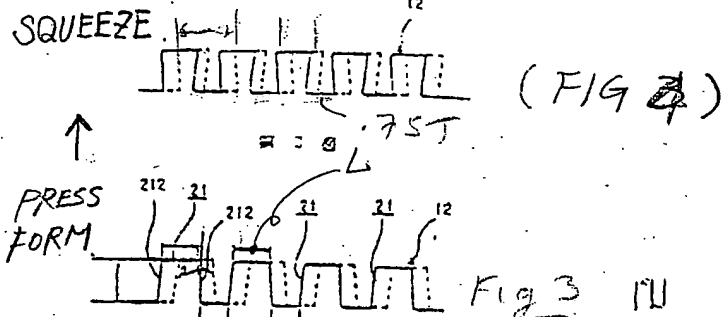
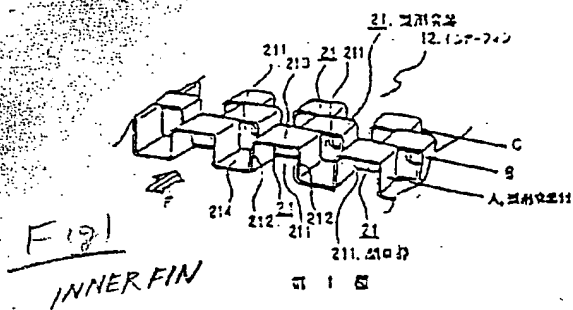
前記作動油が前記流体通路22を流れる際には、インナーフィン12によって有効な流れが生じせしめられており、冷却性能の向上が計られている。

6図はオイルクーラーの斜視図、第7図は従来例を示すもので、オイルクーラーの縦断面を示す模式図、第8図は実験・検討結果を示す図である。

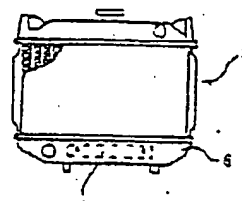
8…外筒、10…内筒、12…インナーフィン、14…導入孔、16…導出孔、21…矩形突起、A、B、C…矩形突起列。

代理人弁理士 岡 部 隆

27



PATENT. (FIG 2)



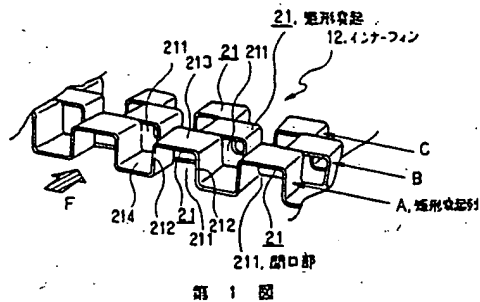
フィン 12
、第 4 図に
わち、矩形
め加工を行
、前記流体

より比較
141 から
入する。こ
に向って流
タンク 6 内
的低温と
と導出孔 1
ルクコン

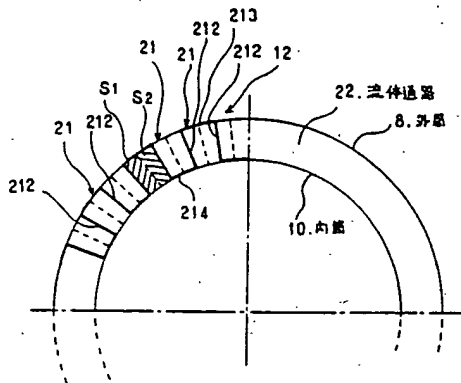
る際には、
が生じせ
れている。

は従来例
を示す模
である。
ーフィン、
形突起。

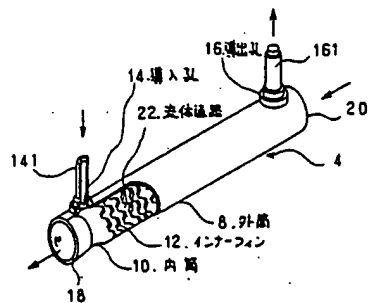
隆



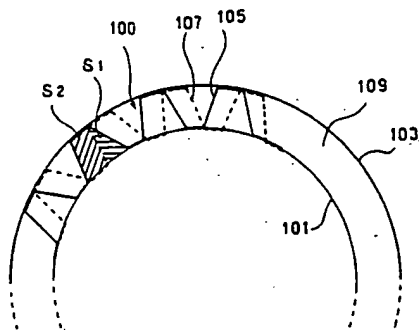
第 1 図



第 2 図



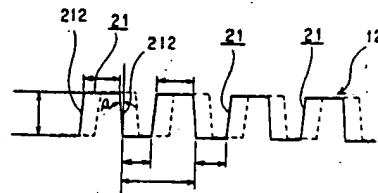
第 6 図



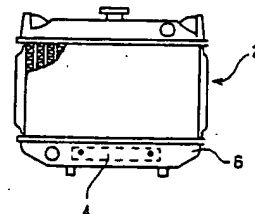
第 7 図



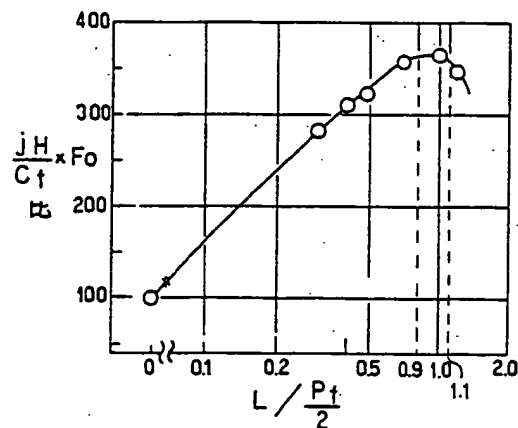
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 8 図

~~CONFIDENTIAL~~
Prior Art - Japanese published patents

62-169995

1. Name of Invention

Heat exchanger

Hayashi

2. Claim

This heat exchanger consists of a cylindrical outer casing, a cylinder which stays inside the outer casing, and an inner fin which is placed in the space created by the outer casing and the inner cylinder. The inner fin serves to improve the heat exchange ability of the heat exchanger. There are an inlet and an outlet for the fluid to flow through the heat exchanger.

The inner fin has many rectangular protrusions which have an opening facing the fluid flow. The cross section of these protrusions resembles the shape "コ".

Multiple rows of the rectangular protrusions are formed and placed between the inner cylinder and the outer casing, with each row going around the circumference of the inner cylinder. The protrusions are spaced equally by the length of one protrusion. The length of a protrusion is measured along the circumference of the cylinder.

The protrusions in each row are formed in such a way that the protrusions in one row come either forward or backward to the protrusions in the neighboring row by half the length of one protrusion.

3. Details of Invention

(Industrial application)

This invention can be used as an oil cooler in an automatic car, where it can function as an oil cooler for the torque converter hydraulic oil. For this application, this invention has to be placed in the lower tank of the radiator.

(Conventional equipment)

The conventional heat exchanger consists of a cylindrical outer casing and an inner cylinder which is set inside the casing. These two cylinders create a passage for the fluid to flow through between them. In order to improve the heat exchange ability, an inner fin is placed between these two cylinders.

Figure 7 shows a conventional heat exchanger, where (101) stands for the inner cylinder and (103) for the outer casing. The inner fin (100) which serves to improve the heat exchange ability is placed in the space (109) where the fluid flows through. The inner fin has many trapezoidal protrusions (105, 107). Multiple rows of these trapezoidal protrusions (105, 107) are formed from one end of the cylinder to the other end along the circumference of the inner cylinder and the outer casing. The protrusions in one row are formed forward or backward circumferentially to those in its neighboring row by a certain distance. The protrusions in solid line in Fig. 7 show one row of protrusions, with those in dotted line showing its neighboring row of protrusions. The fluid to be cooled is considered to flow through the space (109) vertically to the surface of the paper.

(Problem this invention tries to solve)

In the conventional heat exchanger, there is a big difference in size between the area S_1 where the protrusions (105) and (107) overlap and the area S_2 where there is no overlapping. This causes the difference in the flow resistance of the fluid which flows through both (105) and (107) and the fluid which flows through only (105). This results in the poor cooling effect of the heat exchanger.

(Countermeasures to solve the problem)

In order to solve the above-mentioned problem, in this invention is used the inner fin having many rectangular protrusions with an opening that face the fluid flow. These rectangular protrusions are formed into rows, with every protrusion being spaced by its own length measured along the circumference. Multiple rows of these protrusions are formed on the cylinder from one end to the other. The position of the protrusions in one row is set forward or backward to that of the protrusions in its neighboring row by half the length of one protrusion.

(Application)

This invention can be used as an oil cooler in an automatic car to cool the torque convertor hydraulic oil. Figure 5 shows the front view of an conventional radiator(2) used in automobiles. As shown in the figure, the oil cooler(4) is placed in the lower tank(6) of the radiator.

Figure ⁶ 6 is the detailed drawing of the oil cooler, which consists of the cylindrical outer casing(8) and the inner cylinder(10). The cylinders are connected at the ends(18, 20) by welding or some other methods. The space created between (8) and (10) provides a passage(22) for the fluid to flow.

There is an inlet (14) at the left end of the cylinder to allow the torque convertor hydraulic oil to run into (22). An inlet pipe(141) is attached to this inlet(14). To the right end is attached an outlet pipe(161) via (16), which lets the cooled fluid to go back to the torque convertor.

In the space(22), the inner fin(12) which can cause turbulence in the fluid is

placed for better cooling effect. The inner fin(12), made of a sheet metal, has many rectangular protrusions which fit between the outer casing and the inner cylinder.

Figure 1 shows the diagonal view of the inner fin(12) still in the sheet form. This sheet inner fin is to be placed in the space(22).

The inner fin has many rectangular protrusions(21) whose cross section looks like the shape "ㄣ". The protrusion(21) consists of a top part(213) and a side part(212). The part(212) supports the top part(213). The protrusions are connected by bottom parts(214). The side part(212) extends along the direction of the fluid flow (the direction indicated by the arrow F). The protrusion(21) has an opening(211) that will allow the fluid to flow through it. The protrusions are formed into rows (A,B,C), which go along the circumference of the outer casing(8) and the inner cylinder(10). Only three rows are shown in this figure, but in the actual application, the rows are formed between the cylinders from one end to the other. As shown by the rows A and B, the protrusions in one row are formed in such a way that they come a certain distance forward or backward to the protrusions of its neighboring row.

Figure 2 shows the detailed cross section of the oil cooler(4). In this figure the inner fin(12) is placed in the fluid passage(22). The row of protrusions shown in solid line is adjacent to the one in dotted line. These two rows correspond to the row A and row B in Figure 1 respectively.

In both row A and row B, the side parts(212) are set with equal spacing on the circumference of (8) and (10). The top parts(213) and the bottom parts

(214) also line up along the circumference of the cylinder with a spacing of their own lengths.

The length(a) of the top part(213) measured along the circumference of the cylinder is expressed as:

$$a = P_0/2N$$

(P_0 : Circumference of the cylinder(8))

N : Total number of the rectangular protrusions that go along the circumference.)

The length(b) of the bottom part(214) is expressed as:

$$b = P_0/2N$$

(P_0 : Circumference of the cylinder(10))

N : Total number of the rectangular protrusions that go along the circumference.)

The space(C) between the side parts(212) is expressed as:

$$C = P_0/2N$$

(P_0 : Mean circumference of (8) and (10))

N : Total number of the rectangular protrusions that go along the circumference.)

The row A goes forward or backward to the row B by half the length of the protrusion. Consequently, the position of the top parts(213) and that of the side parts(211) in row A are accordingly different from those in row B by half of their lengths.

In this design the area S_1 where the opening(211) in the row A overlaps the opening(211) in the row B is equal to the area S_2 where there is no overlapping. Thus, the flow resistance of the fluid which flows through the protrusions in both row A and row B becomes equal to the flow resistance of the fluid which passes through only the protrusions in the row A.

Here, it is desirable to be able to have the following equation:

very specific relationship
 $L/(P_0/2) = 0.9 - 1.1$, where P_0 stands for the mean pitch of the rectangular protrusion(21), and L stands for the width of the side part(212).

Figure 8 shows the relationship between $L/(P_0/2)$ and the performance ratio $((J_0/C_0) \times F_0 : J_0$ Dimensionless heat transfer coefficient, C_0 Compression coefficient, F_0 Surface area) obtained from our experiments and studies. From this chart it is clear that the best performance is obtained when $L/(P_0/2) = 0.9 - 1.1$.

Figure 3 illustrates the inner fin immediately after the press working. As shown in the figure, the protrusions are in the shape of trapezoid. The side (212) inclined at an angle of θ , which is due to the press forming. Compressive load is then applied to both sides of the inner fin(12) of Fig.3 to produce the shape shown in Figure 4. After this compression process, the fin is placed in the fluid passage(22).

Here is how the heat exchanger works in an automotive radiator. Comparatively high temperature hydraulic oil flows from the torque convertor through the inlet pipe(141) and the inlet(14) to the fluid passage(22). The hydraulic oil, while flowing through the passage(22) to the outlet(16), loses its heat by the action of the engine cooling water in the lower tank(6) of the radiator(2). The relatively low temperature hydraulic oil obtained then flows back to the torque convertor through the outlet(16) and outlet pipe(161). Improved cooling effect is obtained by the presence of the inner fin(12).

In this invention, the flow resistance of the hydraulic oil flowing through the protrusions of the inner fin is kept uniform.

Besides as an oil cooler, this heat exchanger can be used in many other applications.

(Advantage of this invention)

This invention brings about the uniform flow resistance of the fluid to be cooled in the heat exchanger, and this leads to the improved heat exchange ability.

4. Figures

* Figure 1 shows the diagonal view of the inner fin.

21: rectangular protrusion, 211: opening, A: row of protrusions

* Figure 2 shows the cross section of the oil cooler.

8: outer casing, 10: inner cylinder, 22: fluid passage

* Figures 3 and 4 show the manufacturing process of the inner fin.

* Figure 5 shows the front view of the radiator used in automobiles.

* Figure 6 shows the diagonal view of the oil cooler.

8: outer casing, 10: inner cylinder, 12: inner fin, 14: inlet,

16: outlet, 22: fluid passage

* Figure 7 shows the cross section of the conventional oil cooler.

* Figure 8 shows the result obtained from our experiments and studies.

- Drawings at the top of the first paper (p. 633) -

(Point) * Sentences in the middle of the drawings

↓ Inner fin having rectangular protrusions is placed between the two cylinders.

* Sentences at the right of the drawings

↓ The protrusions in one row are formed either forward or backward to those in its neighboring row by the distance of half their length.

(Result) Uniform fluid resistance is obtained and this leads to the improved heat exchange ability.